

**PENERAPAN METODE BOX-JENKINS UNTUK  
PERAMALAN PENCEMARAN UDARA OLEH PARAMETER  
KARBON MONOKSIDA (CO) DI KOTA PEKANBARU**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada Jurusan Matematika

**Oleh :**

**YENI SUHARTATI**  
**10754000233**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2012**

**PENERAPAN METODE BOX-JENKINS UNTUK  
PERAMALAN PENCEMARAN UDARA OLEH PARAMETER  
KARBON MONOKSIDA (CO) DI KOTA PEKANBARU**

**YENI SUHARTATI**  
**10754000233**

Tanggal Sidang : 31 Januari 2012  
Tanggal Wisuda :

Jurusan Matematika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

**ABSTRAK**

Tugas akhir ini menjelaskan tentang peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida dengan menggunakan metode Box-Jenkins, karena peranan peramalan sangat penting untuk meramalkan kondisi di masa yang akan datang, supaya tingkat pencemaran udara yang akan datang dapat ditanggulangi dan dikurangi. Hasil penelitian untuk tanggal 19 April 2011 sampai 30 April 2011 dengan menggunakan data dari tanggal 1 Januari 2011 sampai 18 April 2011 diperoleh model AR(1). Selanjutnya dengan model tersebut diperoleh hasil peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru dengan stasiun pemantau daerah Sukajadi PEF 2 (Pekanbaru *Fixed Station* 2) dari tanggal 19 April 2011 sampai 30 April 2011 meningkat secara perlahan dari hari ke hari, yang berarti terjadi peningkatan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru.

**Kata kunci :** *Autoregressive*, Box-Jenkins, Pencemaran udara oleh parameter CO.

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-2
1.3 Batasan Masalah .....	I-2
1.4 Tujuan Penelitian .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	I-4
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Gambaran Umum Pencemaran Udara Oleh Parameter Karbon Monoksida .....	II-1
2.2 Pengantar Analisa Runtun Waktu ( <i>Time Series Analysis</i> ).....	II-2
2.3 Klasifikasi Model Data Stasioner .....	II-3
2.4 Klasifikasi Model Data tidak Stasioner .....	II-6
2.5 Prosedur dalam Membentuk Estimasi Model .....	II-7

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Jenis dan Sumber Data .....	III-1
3.2	Prosedur dalam Membentuk Model Peramalan .....	III-1

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1	Data Tingkat Pencemaran Udara oleh Parameter Karbon Monoksida .....	IV-1
4.2	Pembentukan Model dengan Menggunakan Metode Box-Jenkins .....	IV-2

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-1

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**

### **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
4.1 Statistik Deskriptif Tingkat Pencemaran Udara oleh Parameter	
Karbon Monoksida Kota Pekanbaru .....	IV-2
4.2 Estimasi Parameter .....	IV-5
4.3 Output Proses <i>Ljung-Box</i> .....	IV-7
4.4 Peramalan Data <i>Testing</i> Pencemaran Udara oleh Parameter	
Karbon Monoksida .....	IV-9
4.5 Hasil Peramalan Pencemaran Udara Oleh Parameter	
Karbon Monoksida .....	IV-10

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Udara merupakan faktor utama yang sangat penting dalam kehidupan kita, namun dengan meningkatnya pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, kualitas udara telah mengalami perubahan. Udara yang dulunya segar, sekarang kering dan kotor. Hal ini bila tidak segera ditanggulangi, perubahan tersebut dapat membahayakan kesehatan manusia, kehidupan hewan serta tumbuhan (Soedomo, 2001). Berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkan zat, energi atau komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga mutu udara ambien turun sampai ke tingkat yang menyebabkan udara ambien tidak memenuhi fungsinya.

Berbagai sumber pencemaran udara dapat bersifat alami seperti letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu dan lain sebagainya, kemudian sumber diakibatkan oleh kegiatan manusia, seperti aktivitas transportasi, industri, pembakaran sampah dan lain sebagainya (Sastrawijaya, 1991).

Sumber pencemaran udara dalam kehidupan kita dapat dilihat dengan adanya industri. Tingginya penggunaan energi di sektor industri yang berjumlah sekitar 37,2% dari total penggunaan energi juga berpotensi mengakibatkan deposisi asam dan pemanasan global (Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Status Lingkungan Hidup Indonesia, 2007).

Secara umum parameter yang digunakan untuk mendeteksi pencemaran udara dengan mengetahui atau meneliti suatu daerah tersebut mengalami pencemaran udara atau tidak. Parameter yang biasa digunakan adalah dengan mendeteksi adanya gas-gas beracun dan kandungan logam kimia dalam udara, misalnya Timbale (Pb), Karbon Monoksida (CO), Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>), Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>).

Salah satu parameter pencemaran udara yang diakibatkan oleh industri yaitu karbon monoksida. Selain pencemaran udara diakibatkan oleh industri, kendaraan bermotor juga merupakan sumber polutan CO, maka daerah-daerah yang berpenduduk padat dengan lalu lintas ramai memperlihatkan tingkat polusi CO yang tinggi. Konsentrasi CO di udara per waktu dalam satu hari dipengaruhi oleh kesibukan atau aktivitas kendaraan bermotor, dengan semakin meningkatnya polusi CO di udara, untuk itu peranan peramalan menjadi sangat penting terutama dalam menentukan kapan suatu peristiwa pencemaran udara seperti meningkatnya polusi CO sehingga dapat dipersiapkan tindakan-tindakan apa yang mesti dilakukan (Fardiaz, 1992).

Berdasarkan penjabaran tentang pencemaran udara di atas penulis tertarik mengajukan judul Tugas Akhir **“Penerapan Metode Box-Jenkins untuk Peramalan Pencemaran Udara oleh Parameter Karbon Monoksida (CO) di Kota Pekanbaru”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut maka diperoleh rumusan masalah yaitu “Bagaimana menerapkan metode Box-Jenkins untuk peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru”.

## **1.3 Batasan Masalah**

Penulis membatasi masalah didalam Tugas Akhir ini pada data dan metode yaitu :

1. Penulis menggunakan data pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida dengan stasiun pemantau yaitu stasiun pemantau daerah Sukajadi PEF 2 (Pekanbaru *Fixed Station* 2), rata-rata perhari dengan satuan  $mg/m^3$  dari 1 Januari 2011 sampai 18 April 2011.
2. Metode yang digunakan terbatas pada metode Box-Jenkins (model linier stasioner dan nonstasioner).

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengaplikasikan metode Box-Jenkins dalam peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida (CO) di Kota Pekanbaru.
2. Mendapatkan hasil peramalan pencemaran udara oleh karbon monoksida (CO) untuk masa yang akan datang dengan menggunakan model yang terbaik.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagi penulis, sebagai sumber ilmu pengetahuan yang dijadikan sebagai bahan acuan untuk memperluas wawasan tentang metode Box-Jenkins, dan dapat menerapkan dalam peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida (CO) di Kota Pekanbaru.
2. Bagi perusahaan atau instansi, diharapkan model estimasi dan peramalan untuk data pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida (CO) tersebut dapat digunakan untuk memberikan informasi model yang terbaik dan meramalkan untuk masa yang akan datang, sehingga memudahkan pihak instansi dalam mengambil keputusan dan membuat rencana untuk ke depannya.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini mencakup lima bab yaitu:

##### **BAB I   Pendahuluan**

Bab ini berisikan dasar-dasar penulisan dalam Tugas Akhir seperti latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.



## **BAB II Landasan Teori**

Bab ini berisi tentang definisi pencemaran udara oleh karbon monoksida (CO) dan metode Box-Jenkins yang digunakan dalam peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida (CO) di Kota Pekanbaru.

## **BAB III Metodologi Penelitian**

Bab ini berisi tentang langkah-langkah untuk memodelkan data pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida (CO) di Kota Pekanbaru dengan menggunakan metode Box-Jenkins.

## **BAB IV Analisis dan Pembahasan**

Bab ini berisi tentang hasil yang diperoleh dalam penerapan metode Box-Jenkins untuk peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida (CO) di kota Pekanbaru.

## **BAB V Penutup**

Bab ini berisi tentang saran-saran dan kesimpulan dari pembahasan.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Landasan teori yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah gambaran umum pencemaran udara dan definisi secara umum tentang metode runtun waktu dengan menggunakan metode Box-Jenkins.

#### **2.1 Gambaran Umum Pencemaran Udara oleh Karbon Monoksida**

Perubahan lingkungan udara pada umumnya disebabkan pencemaran udara, yaitu masuknya zat pencemar (berbentuk gas-gas dan partikel kecil/aerosol) ke dalam udara. Pembangunan fisik kota dan berdirinya pusat-pusat industri disertai dengan melonjaknya produksi kendaraan bermotor, mengakibatkan peningkatan kepadatan lalu lintas yang merupakan salah satu sumber pencemar udara (Soedomo, 2001).

Salah satu zat pencemar udara adalah karbon monoksida (CO). Karbon monoksida (CO) adalah suatu komponen tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak mempunyai rasa, yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas  $-192^{\circ}\text{C}$ . Komponen ini mempunyai berat sebesar 96,5% dari berat air dan tidak larut di dalam air. Karbon monoksida yang terdapat di alam terbentuk dari satu proses sebagai berikut (Fardiaz, 1992) :

1. Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
2. Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
3. Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan O.

Berbagai pengaruh CO terhadap kesehatan manusia, terutama disebabkan oleh reaksi antara CO dengan hemoglobin (Hb) di dalam darah. Hemoglobin di dalam darah secara normal berfungsi dalam sistem transport untuk membawa oksigen dalam bentuk oksihemoglobin ( $\text{O}_2\text{Hb}$ ) dari paru-paru ke sel-sel tubuh dan membawa  $\text{CO}_2$  dalam bentuk  $\text{CO}_2\text{Hb}$  dari sel-sel tubuh ke paru-paru. Faktor penting yang menentukan pengaruh CO terhadap tubuh manusia adalah

konsentrasi COHb yang terdapat di dalam darah, dimana semakin tinggi persentase hemoglobin yang terikat dalam bentuk COHb, semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan manusia (Fardiaz, 1992).

Selain itu, polusi udara yang disebabkan oleh CO juga dapat terjadi selama merokok. Asap rokok mengandung CO dengan konsentrasi lebih dari 20000 ppm. Konsentrasi terurai menjadi 400-500 ppm, konsentrasi CO yang tinggi di dalam asap rokok yang terhisap tersebut mengakibatkan kadar COHb di dalam darah meningkat. Selain berbahaya terhadap orang yang merokok, CO juga berbahaya bagi orang yang berada di sekitarnya karena asapnya dapat terhisap (Fardiaz, 1992).

Selanjutnya, diperlukan upaya pengendalian pencemaran udara, supaya tingkat pencemaran udara dalam kehidupan kita dapat berkurang. Usaha pengendalian pencemaran perlu dilengkapi dengan usaha teknologi pengendalian pencemaran yang baku. Sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin meningkat, harusnya pengendalian pencemaran udara pun semakin meningkat pula.

## **2.2 Pengantar Analisa Runtun Waktu (*Time Series Analysis*)**

Analisis runtun waktu (*time series analysis*) dikenalkan pada tahun 1970 oleh George E.P.Box dan Gwilym M.Jenkins melalui bukunya *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. Sejak saat itu, *time series* mulai banyak dikembangkan. Dasar pemikiran *time series* adalah pengamatan sekarang ( $Y_t$ ) tergantung pada 1 atau beberapa pengamatan sebelumnya ( $Y_{t-k}$ ), dengan kata lain, model *time series* dibuat karena secara statistik ada korelasi antarderet pengamatan, untuk melihat adanya dependensi antar pengamatan, dapat dilakukan uji korelasi antar pengamatan yang dikenal dengan *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF) yang digunakan untuk mengidentifikasi model ARIMA (Iriawan, 2006).

Analisa runtun waktu merupakan analisis sekumpulan data dalam suatu periode waktu yang lampau yang berguna untuk mengetahui atau meramalkan kondisi masa mendatang. Hal ini didasarkan bahwa perilaku manusia banyak

dipengaruhi kondisi atau waktu sebelumnya (Gujarati:1995). Sehingga faktor waktu sangat penting peranannya. *Time series analysis* telah dikembangkan dengan berbagai cara, antara lain berupa metode *smoothing*, metode dekomposisi, ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), pendekatan Box-Jenkins dan pendekatan *moving average*. Salah satunya adalah dengan peramalan, yang dimaksud dengan peramalan yaitu perkiraan munculnya sebuah kejadian di masa depan, upaya sistematis untuk mengantisipasi kejadian atau kondisi di masa depan atau penggunaan ilmu dan teknologi untuk memperkirakan situasi di masa depan, berdasarkan data yang ada di masa lampau (Santoso, 2009).

### 2.3 Klasifikasi Model Data Stasioner

Data Stasioner adalah data yang mana rata-rata nilainya tidak berubah dari waktu ke waktu, atau dapat dikatakan data bersifat stabil. Model data stasioner dalam metode Box-Jenkins dikelompokkan mejadi tiga model, yaitu (Santoso, 2009) :

#### a. Model *Autoregressive* atau AR( $p$ )

Model *Autoregressive* atau AR( $p$ ) adalah model linier yang datanya stasioner. Bentuk umum model *Autoregressive* dengan ordo  $p$  (AR( $p$ )) atau model ARIMA ( $p,0,0$ ) yaitu

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t \quad (2.1)$$

dengan:

$Y_t$  adalah data pada periode  $t$ ,  $t = 1, 2, 3, \dots, n$

$Y_{t-i}$  adalah data pada periode  $t - i$ ;  $i = 1, 2, 3, \dots, p$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_i$  adalah koefisien AR tingkat  $i$ ;  $i = 1, 2, 3, \dots, p$

Misalkan model AR(1) atau AR tingkat 1 dinyatakan sebagai berikut :

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + a_t \quad (2.2)$$

dengan :

$Y_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, 3, \dots, n$

$Y_{t-1}$  adalah data pada periode  $t - 1$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_1$  adalah koefisien AR tingkat 1

Selanjutnya untuk model AR(2) atau AR tingkat 2, AR(3) atau AR tingkat 3 dan seterusnya, dapat dilanjutkan dengan menggunakan model umum *autoregressive* (AR) tingkat  $p$ .

#### **b. Model *Moving Average* atau MA ( $q$ )**

Model *Moving Average* (MA) adalah model untuk memprediksi  $Y_t$ , sebagai fungsi dari kesalahan prediksi di masa lalu dalam memprediksi  $Y_t$  (Santoso, 2009). Bentuk umum dari model MA( $q$ ) adalah :

$$Y_t = \theta_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.3)$$

dengan :

$Y_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, 3, \dots, n$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$a_{t-j}$  adalah *error* pada periode  $t - j; j = 1, 2, 3, \dots, q$

$\theta_0$  adalah suatu konstanta

$\theta_j$  adalah koefisien MA tingkat  $j; j = 1, 2, 3, \dots, q$

Misalkan model *Moving Average* (MA(1)) atau MA tingkat 1 dinyatakan sebagai berikut (Efendi, 2010) :

$$Y_t = \theta_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} \quad (2.4)$$

dengan :

$Y_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, 3, \dots, n$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$a_{t-1}$  adalah *error* pada periode  $t - 1$

$\theta_0$  adalah suatu konstanta

$\theta_1$  adalah koefisien MA tingkat 1

Selanjutnya untuk model MA(2) atau MA tingkat 2, MA(3) atau MA tingkat 3 dan seterusnya, dapat dilanjutkan dengan menggunakan model umum *Moving Average* (MA) tingkat  $q$ .

**c. Model Autoregressive dan Moving Average ((ARMA)( $p,q$ )) atau Campuran**

Model ARMA adalah model campuran dari AR dan MA. Bentuk umum dari ARMA sebagai berikut :

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (2.5)$$

dengan :

$Y_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, 3, \dots, n$

$Y_{t-i}$  adalah data pada periode  $t - i; i = 1, 2, 3, \dots, p$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$a_{t-j}$  adalah *error* pada periode  $t - j; j = 1, 2, 3, \dots, q$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_i$  adalah koefisien AR tingkat  $i; i = 1, 2, 3, \dots, p$

$\theta_j$  adalah koefisien MA tingkat  $j; j = 1, 2, 3, \dots, q$

Misalkan model ARMA(1,1) adalah gabungan dari model AR(1) dan MA(1). Bentuk dari model ini sebagai berikut :

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \quad (2.6)$$

dengan :

$Y_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, 3, \dots, n$

$Y_{t-1}$  adalah data pada periode  $t - 1$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$a_{t-1}$  adalah *error* pada periode  $t-1$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_1$  adalah koefisien AR tingkat 1

$\theta_1$  adalah koefisien MA tingkat 1

Selanjutnya untuk model ARMA(1,2), ARMA(2,1) dan seterusnya, dapat dilanjutkan dengan menggunakan model umum ARMA( $p,q$ ).

#### 2.4 Klasifikasi Model Data Tidak Stasioner

Salah satu model data yang tidak stasioner yaitu model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), jika ordo  $p$  untuk ARnya, ordo  $d$  pembeda dan ordo  $q$  untuk MAny, maka untuk model ARIMA dapat ditulis ARIMA ( $p,d,q$ ) yang bentuk umumnya adalah :

$$Y_t = \phi_0 + (1 + \phi_1)Y_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1)Y_{t-2} + \dots + (\phi_p + \phi_{p-1})Y_{t-p} - Y_{t-p-1} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q}, \quad (2.7)$$

dengan :

$Y_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, 3, \dots, n$

$Y_{t-i}$  adalah data pada periode  $t - i, i = 1, 2, 3, \dots, p$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$a_{t-j}$  adalah *error* pada periode  $t - j, j = 1, 2, 3, \dots, q$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_i$  adalah koefisien *autoregressive* tingkat  $i, i = 1, 2, 3, \dots, p$

$\theta_j$  adalah koefisien *moving average* tingkat  $j, j = 1, 2, 3, \dots, q$

Misalkan model ARIMA (1,1,0), model ini ditulis dalam bentuk matematis sebagai berikut :

$$Y_t = \phi_0 + (1 + \phi_1)Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + a_t \quad (2.8)$$

dengan:

$Y_t$  adalah data pada periode  $t, t = 1, 2, \dots, n$

$Y_{t-i}$  adalah data pada periode  $t - i ; i = 1, 2, 3, \dots, p$

$a_t$  adalah *error* pada periode  $t$

$\phi_0$  adalah suatu konstanta

$\phi_1$  adalah parameter *Autoregressive* tingkat 1

Selanjutnya model *Autoregressive Integrated Moving Average* tingkat selanjutnya mengikuti pola umum model  $ARIMA(p,d,q)$  dapat dilihat pada Persamaan (2.8).

## 2.5 Prosedur dalam Membentuk Estimasi Model

Beberapa prosedur dalam membentuk estimasi model dalam peramalan dengan menggunakan metode Box-Jenkins dilakukan dengan 4 tahap yaitu :

### a. Identifikasi model

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam identifikasi model seperti pada data stasioner. Tahap ini untuk mengetahui apakah data yang digunakan stasioner dilihat dari :

- Plot data

Plot data stasioner memiliki ciri-ciri, rata-rata dan varians yang konstan sepanjang waktu atau dapat dikatakan bahwa data pertama dan seterusnya tidak jauh berbeda.

- Plot ACF dan PACF

Plot ACF (*autocorrelation function*) dan plot PACF (*partial autocorrelation function*) pada model  $AR(p)$  dan  $MA(q)$  digunakan untuk kestasioneran data runtun waktu, yaitu dengan melihat lag-lagnya yang turun secara eksponensial. Kemudian plot ACF dan PACF juga digunakan untuk menentukan kelas model dari data runtun waktu (Iriawan, 2006).

Selanjutnya suatu deret waktu yang tidak stasioner harus diubah menjadi data stasioner dengan melakukan *differencing* yaitu menghitung perubahan atau selisih nilai observasi. Nilai selisih yang diperoleh dicek lagi apakah stasioner atau tidak. Jika belum stasioner, maka harus dilakukan *differencing* lagi. Jika *differencing* berorder satu, secara matematis dapat ditulis dalam bentuk (Santoso, 2009) :

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (2.9)$$

dengan :

$\Delta Y_t$  adalah selisih data order satu

$Y_t$  adalah data pada waktu  $t$

$Y_{t-1}$  adalah data pada waktu  $t-1$



Apabila data pada *differencing* berorder satu belum stasioner, untuk itu dapat dilakukan *differencing* berorder selanjutnya.

Kemudian ada beberapa prosedur yang harus dilihat dalam menentukan model sementara seperti:

- Model sementara dapat ditentukan dengan melihat pasangan plot ACF dan PACF
- Grafik ACF dan PACF didapat model sementara, seperti model AR, MA atau ARMA, Model sementara AR, MA, atau ARMA dapat ditentukan dengan melihat pasangan plot ACF dan PACF, jika grafik ACF turun secara eksponensial menuju nol dan grafik PACF memotong pada lag  $p$  maka modelnya adalah  $AR(p)$  dan jika grafik PACF turun secara eksponensial menuju nol dan grafik ACF memotong pada lag  $q$  maka modelnya adalah  $MA(q)$  kemudian jika grafik ACF dan PACF turun secara eksponensial dan memotong pada lag  $p, q$  maka modelnya adalah  $ARMA(p, q)$ .
- Model  $AR(p)$  dapat ditulis  $Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t$ , untuk  $MA(q)$  dapat ditulis  $Y_t = \theta_0 + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$  kemudian untuk  $ARMA(p, q)$  dapat ditulis  $Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} + \dots + \theta_q a_{t-q}$

#### **b. Estimasi Parameter**

Setelah mendapatkan model sementara, tahap selanjutnya yaitu mengestimasi parameter pada model, tahap estimasi parameter ini menggunakan metode *OLS (Ordinary Least Square)* atau metode kuadrat terkecil, dengan persamaan kuadrat *error* regresi linier sederhana sebagai berikut (Sembiring, 1995):

$$J = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2; i = 1, 2, 3, \dots, n; \quad (2.10)$$

untuk persamaan regresi linier sederhana, yaitu :

$$\hat{Y}_i = \alpha + \beta x; i = 1, 2, 3, \dots, n; \quad (2.11)$$

Misalkan pada runtun waktu untuk model AR(1) berarti menggantikan  $Y_i = Y_t$ ,  $x_i = Y_{t-1}$ ,  $e_i = a_t$ ,  $\alpha = \phi_0$ , dan  $\beta = \phi_1$ , menjadi :

$$J = \sum_{t=1}^n a_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2, \quad (2.12)$$

untuk model AR(1) dibawah ini :

$$\hat{Y}_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1}; \quad (2.13)$$

dengan mensubstitusikan persamaan (2.13) ke persamaan (2.12), maka jumlah kuadrat *error* menjadi :

$$J = \sum_{t=1}^n a_t^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1})^2 \quad (2.14)$$

Kemudian meminimumkan kuadrat *error* berarti meminimumkan persamaan (2.14) dengan cara menurunkan terhadap  $\phi_0$  dan  $\phi_1$  :

$$\begin{aligned} \sum_{t=1}^n (Y_t - (\phi_0 + \phi_1 Y_{t-1}))^2 &= \sum_{t=1}^n (Y_t - \phi_0 - \phi_1 Y_{t-1})^2 \\ \frac{\partial J}{\partial \phi_0} &= \frac{\partial \sum_{t=1}^n (Y_t - \phi_0 - \phi_1 Y_{t-1})^2}{\partial \phi_0} \\ -2 \sum_{t=1}^n (Y_t - \phi_0 - \phi_1 Y_{t-1}) &= 0 \\ \phi_0 &= \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n} - \phi_1 \frac{\sum_{t=1}^n Y_{t-1}}{n} \\ \phi_0 &= \bar{Y} - \phi_1 \bar{Y}_{t-1} \end{aligned} \quad (2.15)$$

Selanjutnya, turunkan terhadap  $\phi_1$ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial J}{\partial \phi_1} &= \frac{\partial \sum_{t=1}^n (Y_t - \phi_0 - \phi_1 Y_{t-1})^2}{\partial \phi_1} \\ 0 &= -2 \sum_{t=1}^n (Y_t Y_{t-1} - \phi_0 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-1}^2) \\ \phi_1 &= \frac{\sum_{t=1}^n Y_t Y_{t-1} - (\sum_{t=1}^n Y_t) \frac{\sum_{t=1}^n Y_{t-1}}{n}}{\sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2 - (\frac{\sum_{t=1}^n Y_{t-1}}{n})^2} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Setelah parameter diperoleh, selanjutnya dilakukan uji signifikan untuk melihat apakah parameter signifikan terhadap model atau tidak. Uji yang digunakan adalah membandingkan nilai *P-value* dengan level toleransi, level toleransi ( $\alpha$ ) dalam penelitian ini 5% dengan hipotesis yaitu :

$H_0$  = parameter tidak signifikan dalam model

$H_1$  = parameter signifikan dalam model

Selanjutnya dapat disimpulkan untuk melihat signifikan parameter model yang telah dimodelkan dengan kriteria penolakan  $H_0$  dengan membandingkan *P-value* dengan level toleransi atau *P-value* < level toleransi.

### c. Verifikasi Model

Verifikasi model digunakan untuk menguji kelayakan model, apabila model yang diperoleh tidak layak maka dicari model yang lain yang sesuai. Tahap ini menggunakan dua uji, yaitu uji independensi *residual* dan uji kenormalan *residual*.

#### 1. Uji Independensi *Residual*

Uji independensi *residual* dapat dilihat dari pasangan plot ACF dan PACF, jika *lag* pada pasangan plot ACF dan PACF sudah tidak memotong berarti *residual* sudah independen (tidak berkorelasi). Uji ini dilakukan untuk mendeteksi independensi *residual* antar lag (Iriawan, 2006).

Selain melihat dari pasangan plot ACF dan PACF *residual*, dapat juga dilakukan uji kerandoman *residual* dengan membandingkan nilai *P-value* pada output proses *Ljung-Box* dengan level toleransi dalam uji hipotesis :

$H_0$  = Residual model memenuhi proses random

$H_1$  = Residual model tidak memenuhi proses random

dengan kriteria penolakan, apabila *P-value* < level toleransi maka  $H_0$  ditolak dan kriteria penerimaan, apabila *P-value* > level toleransi maka  $H_0$  diterima.

#### 2. Uji Kenormalan *Residual*

Uji kenormalan *residual* ini dilakukan untuk mendeteksi kenormalan *residual* model. Uji ini dilihat dari grafik *residual* yang dihasilkan model.

#### **d. Peramalan**

Beberapa tahap yang dilakukan sebelum memperoleh hasil peramalan untuk masa yang akan datang, tahap-tahap peramalannya yaitu :

##### **1. Data Training**

Tahap peramalan pada data *training* ini, data yang digunakan adalah data aktual. Tahap peramalan data *training* ini, misalkan untuk model AR(1) dengan bentuk persamaannya yaitu :

$$\hat{Y}_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} \quad (2.17)$$

##### **2. Data Testing**

Tahap peramalan pada data *testing* ini, data yang digunakan bukan data aktual, tetapi menggunakan data hasil peramalan dari data *training*. Misalkan untuk model AR(1) bentuk persamaannya yaitu :

$$\hat{Y}_t = \phi_0 + \phi_1 \hat{Y}_{t-1} \quad (2.18)$$

$\hat{Y}_{t-1}$  adalah hasil peramalan terakhir pada data *training*

##### **3. Peramalan**

Tahap peramalan ini sama dengan bentuk persamaan umum yang ada pada data *testing*, dengan  $\hat{Y}_{t-1}$  adalah hasil akhir peramalan pada data *testing*.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang metode penelitian yang digunakan yaitu studi lapangan dan studi pustaka. Adapun metode studi lapangan yang dilakukan yaitu metode pengambilan data rata-rata pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida langsung ke Laboratorium Udara. Sedangkan untuk metode studi pustaka yang dilakukan penulis yaitu membaca buku-buku dan sumber-sumber yang berkaitan dengan *time series*, kemudian menganalisis data dengan metode Box-Jenkins.

#### **3.1 Jenis dan Sumber Data**

##### **a. Jenis Data**

Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini yaitu data rata-rata harian pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru dengan stasiun pemantau daerah Sukajadi PEF 2 (Pekanbaru *Fixed Station 2*) dari 1 Januari 2011 sampai 18 April 2011.

##### **b. Sumber Data**

Sumber data pada penelitian ini adalah dari Laboratorium Udara Kota Pekanbaru.

#### **3.2 Prosedur dalam Membentuk Model Peramalan**

Adapun tahap-tahap dalam membentuk model peramalan dengan menggunakan metode Box-Jenkins sebagai berikut :

##### **a. Identifikasi data**

Tahap identifikasi data dilakukan untuk uji stasioner, apakah data tersebut stasioner atau tidak. Apabila data belum stasioner maka perlu dilakukan uji stasioner. Tahap menstasionerkan data terdiri dari beberapa tahap yaitu pembuatan plot data asli, pembuatan grafik fungsi *autokorelasi* (ACF) dan pembuatan grafik fungsi *autokorelasi parsial* (PACF) dengan menggunakan *software* Minitab (Amalia Rozana, 2007).

#### **b. Estimasi parameter**

Tahap estimasi parameter menggunakan metode *ordinary least square (OLS)*, metode ini digunakan setelah model diperoleh. Selanjutnya karena data yang digunakan dalam penelitian ini dalam jumlah banyak, untuk mempermudah perhitungan maka pengolahan data dilakukan dengan bantuan *software* Minitab.

#### **c. Uji Verifikasi Model**

Tahap uji verifikasi model ini, uji yang digunakan yaitu uji indenpendensi *residual* dan uji kenormalan *residual* yaitu :

##### **1. Uji Independensi *Residual***

Uji independensi *residual* dapat dilihat dari pasangan plot ACF dan PACF, jika *lag* pada pasangan plot ACF dan PACF sudah tidak memotong berarti *residual* sudah independen (tidak berkorelasi). Uji ini dilakukan untuk mendeteksi independensi *residual* antar lag (Iriawan, 2006).

Selain melihat dari pasangan plot ACF dan PACF *residual*, dapat juga dilakukan uji kerandoman *residual* dengan membandingkan nilai *P-value* pada output proses *L-jung-Box* dengan level toleransi.

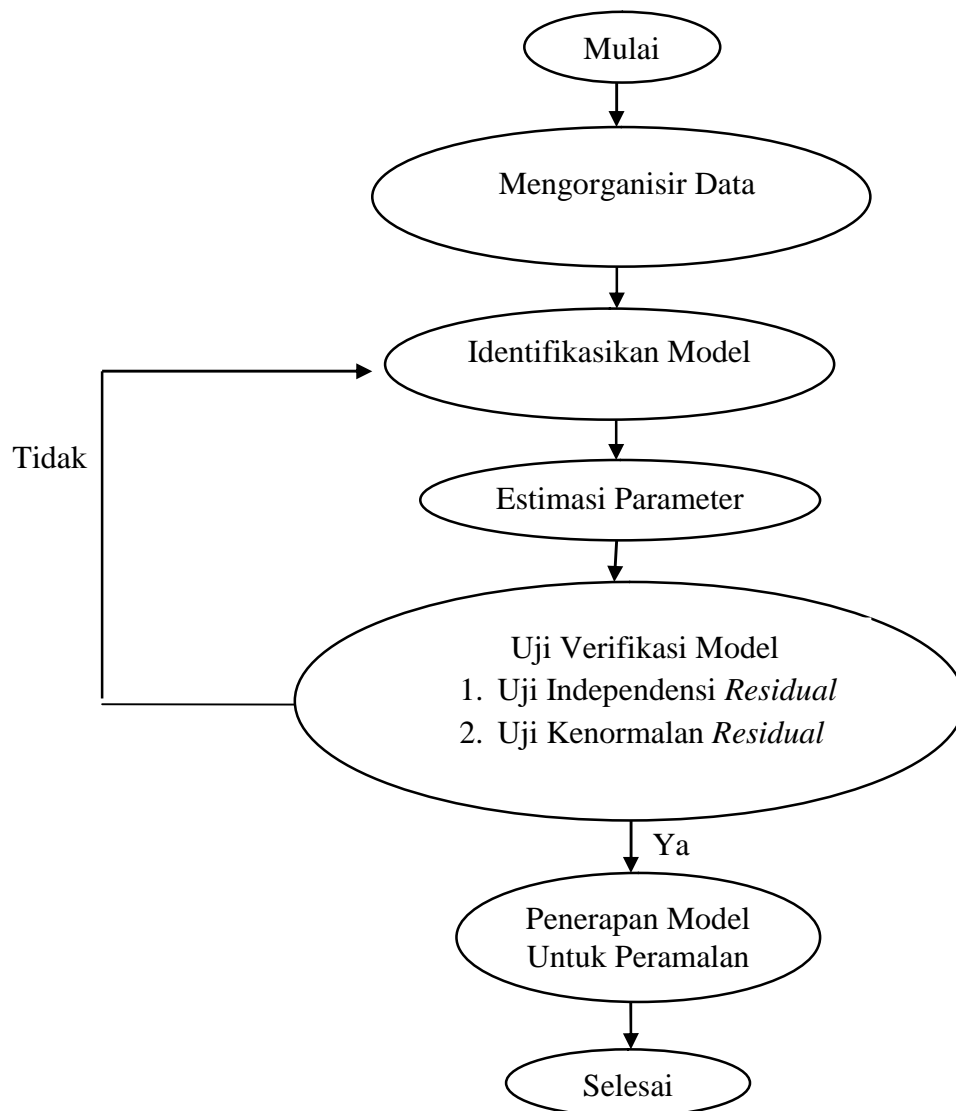
##### **2. Uji Kenormalan *Residual***

Uji kenormalan *Residual* ini dilakukan untuk mendeteksi kenormalan *residual* model. Uji ini dilihat dari grafik *residual* yang dihasilkan model.

#### **d. Peramalan**

Setelah model terbaik diperoleh pada tahap verifikasi selanjutnya akan dilakukan peramalan. Langkah-langkah peramalan ini dilakukan dengan tiga tahap yaitu data *training*, data *testing* dan data peramalan.

Langkah–langkah dalam membentuk estimasi model di atas digambarkan dalam *flow chart* sebagai berikut :



**Gambar 3.1 Flow Chart Membentuk Estimasi Model**

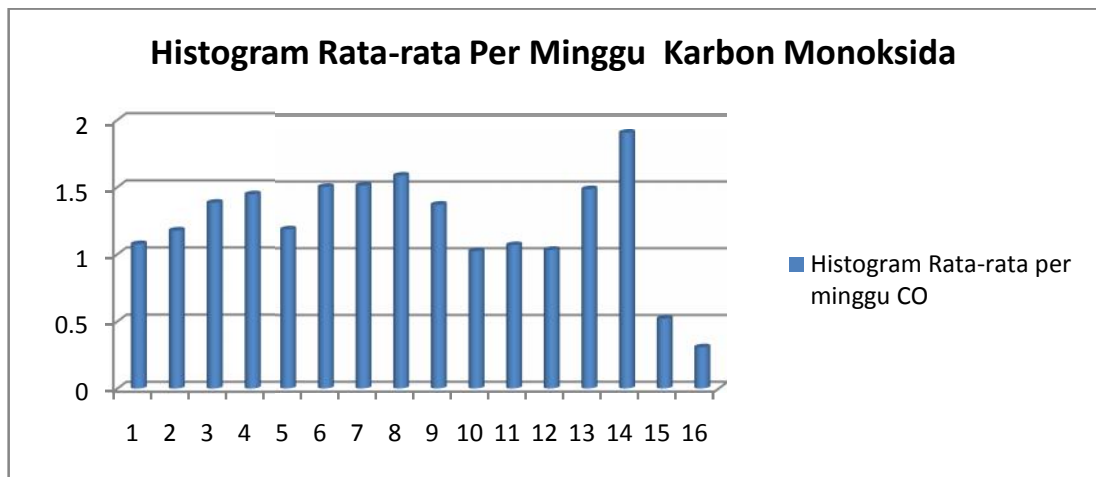
## BAB IV

### PEMBAHASAN DAN HASIL

Bab pembahasan dan hasil ini akan menjelaskan tentang pembentukan model peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida dengan menggunakan metode Box-Jenkins, dalam bab ini terdapat gambaran umum tingkat pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida dan tahap-tahap dalam peramalan menggunakan metode Box-Jenkins yaitu tahap pertama identifikasi model, tahap kedua estimasi parameter, tahap ketiga verifikasi model dan tahap keempat peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida untuk hari berikutnya.

#### 4.1 Data Tingkat Pencemaran Udara oleh Parameter Karbon Monoksida

Data tingkat pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru dengan stasiun pemantau Sukajadi PEF 2 (Pekanbaru *Fixed Station* 2). Dilihat dari data rata-rata per minggu dari 1 Januari 2011 sampai 18 April 2011. Rata-rata tingkat pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida selama periode tersebut dapat dilihat pada histogram dibawah ini :



**Gambar 4.2 Histogram Rata-Rata Per Minggu Karbon Monoksida**



Berdasarkan Gambar 4.2 di atas terlihat bahwa pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida rata-rata per minggu dari minggu pertama sampai minggu ke 13 cenderung stabil, kemudian mengalami peningkatan pada minggu ke 14 dan mengalami penurunan pada minggu ke 15 dan minggu ke 16. Peningkatan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh pencemaran udara dari berbagai sumber, salah satunya seperti meningkatnya pencemaran udara yang berasal dari asap industri dan asap kendaraan.

Selanjutnya akan dibuat tabel statistik deskriptif berdasarkan data pada Lampiran B untuk mengetahui nilai minimum, nilai maksimum, nilai rata-rata, dan nilai standar deviasi tingkat pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida.

**Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Tingkat Pencemaran Udara oleh Parameter Karbon Monoksida Kota Pekanbaru**

Variabel	N	Minimum	Maksimum	Rata-Rata	Standar Deviasi
Pencemaran Udara oleh Parameter CO	108	0.24	3.75	1.25	0.56

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas diperoleh nilai minimum pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida yaitu 0.24, dan untuk nilai maksimum pencemaran udara oleh karbon monoksida diperoleh 3.75, selanjutnya untuk rata-rata pencemaran udara oleh pencemaran karbon monoksida yaitu 1.25, dan nilai standar deviasi diperoleh 0.56 dengan jumlah data pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida sebanyak 108 hari.

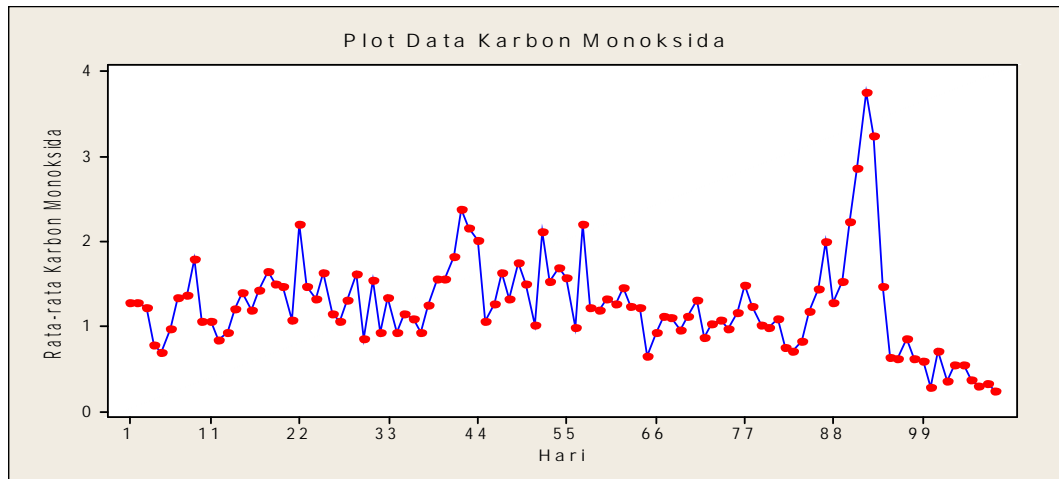
## 4.2 Pembentukan Model dengan Menggunakan Metode Box-Jenkins

Metode Box-Jenkins dalam membentuk model terdapat empat tahap yaitu :

### a. Identifikasi Model

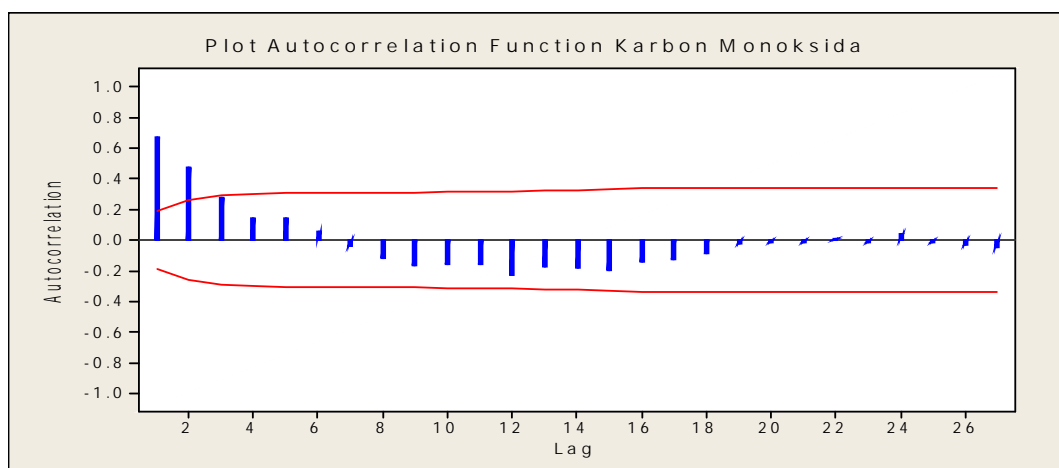
Identifikasi model dilakukan untuk melihat kestasioneran data dan menentukan model sementara, dalam tahap mengidentifikasi kestasioneran data meliputi identifikasi secara kasat mata dilihat dari plot data aktual kemudian akan dilanjutkan dengan melihat pasangan plot *autokorelasi* (ACF) dan *partial*

*autokorelasi* (PACF). Berikut merupakan grafik data aktual pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru dengan stasiun pemantau daerah Sukajadi PEF 2 (Pekanbaru *Fixed Station 2*) sebanyak 108 hari, terhitung dari tanggal 1 Januari 2011 sampai 18 April 2011.

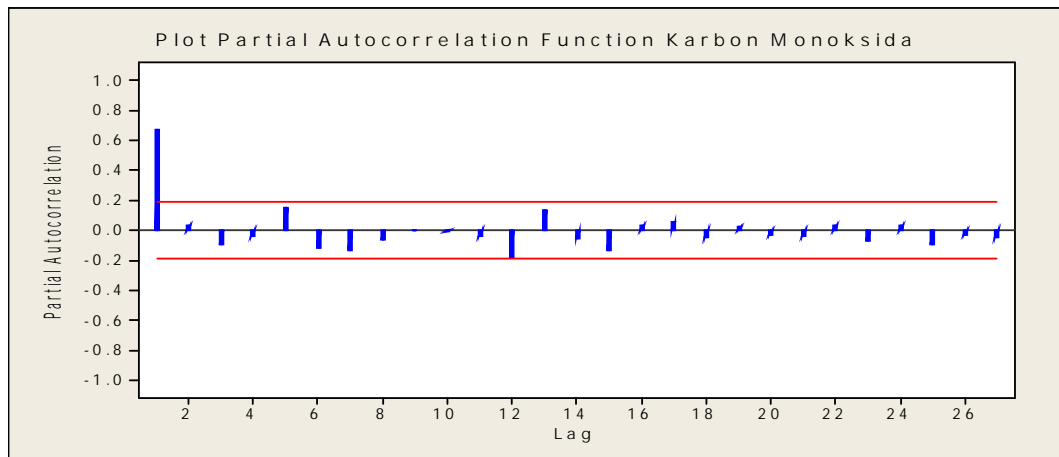


**Gambar 4.3 Grafik Pencemaran Udara oleh Parameter Karbon Monoksida**

Berdasarkan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa terjadi kestabilan data dari hari pertama sampai hari ke 92 dan mengalami peningkatan pada hari ke 93 dan 94, tetapi untuk hari berikutnya terjadi kestabilan kembali hingga hari ke 108. Secara kasat mata pola data seperti grafik di atas cenderung stasioner. Selanjutnya untuk melihat atau memperjelas kestasioneran data dapat dilihat dari pasangan plot ACF dan PACF. Dapat ditunjukkan pada gambar berikut ini :



**Gambar 4.4 Plot Autocorrelation Function (ACF) CO**



**Gambar 4.5 Plot *Partial Autocorrelation Function* (PACF) CO**

Plot data aktual dan plot ACF dan PACF dikatakan stasioner apabila plot data aktual memiliki ciri-ciri rata-rata dan varians yang konstan sepanjang waktu dan pada plot ACF dan plot PACF turun secara eksponensial. Berdasarkan Grafik pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida dan plot ACF dan PACF diatas terlihat bahwa tingkat pencemaran udara cenderung stabil atau stasioner dan lag-lag pada plot ACF sudah turun secara eksponensial menuju nol, selanjutnya untuk plot PACF memotong pada lag 1, maka dapat disimpulkan model yang diperoleh untuk pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru dengan stasiun pemantau daerah Sukajadi PEF 2 (Pekanbaru *Fixed Station 2* ) yaitu AR(1).

#### **b. Estimasi Parameter**

Setelah model diperoleh dari tahap identifikasi model, tahap selanjutnya yaitu estimasikan parameter, dalam tahap estimasi parameter ini metode yang digunakan adalah metode kuadrat terkecil atau *ordinary least square (OLS)*, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 4.2 Estimasi Parameter Model**

Model	Parameter	Koefisien	P
AR(1)	$\phi_1$	0.6943	0.000
	$\phi_0$	0.37678	0.000

Setelah parameter diperoleh, selanjutnya akan dilakukan uji signifikan untuk melihat apakah parameter yang diperoleh signifikan dalam model, membandingkan *P-Value* dengan level toleransi, level toleransi 5%. Berdasarkan hipotesis dibawah ini :

parameter AR(1) yaitu  $\phi_1 = 0.6943$  dengan hipotesis yaitu :

$H_0$  = Parameter  $\phi_1$  tidak signifikan dalam model AR(1)

$H_1$  = Parameter  $\phi_1$  signifikan dalam model AR(1)

Parameter AR(1) mempunyai nilai *P-value* = 0.00, dengan level toleransi 0.05 berarti *P-value* < level toleransi, yaitu  $0.00 < 0.05$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak, berarti  $\phi_1 = 0.6943$  signifikan dalam model AR(1). Kemudian untuk  $\phi_0 = 0.37678$  dengan hipotesis yaitu :

$H_0$  = Parameter  $\phi_0$  tidak signifikan dalam model AR(1)

$H_1$  = Parameter  $\phi_0$  signifikan dalam model AR(1)

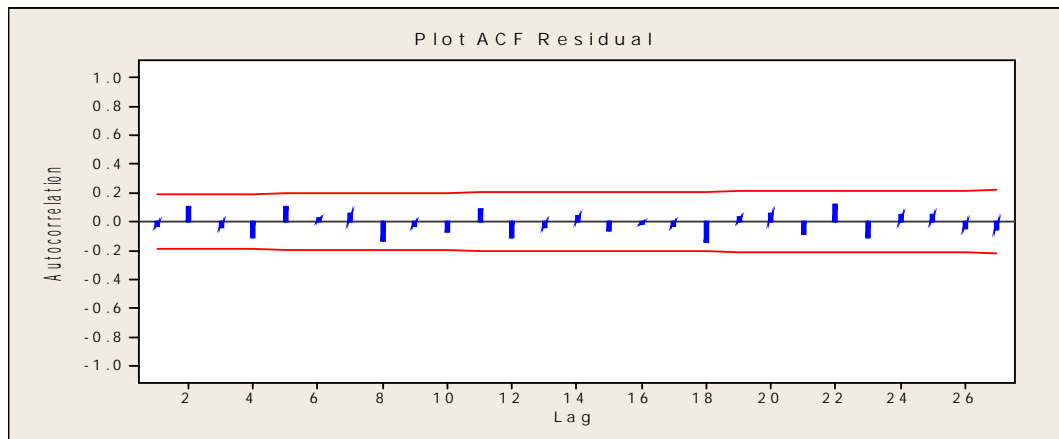
Selanjutnya untuk  $\phi_0$  mempunyai nilai *P-value* = 0.00, dengan level toleransi 0.05 berarti *P-value* < level toleransi, yaitu  $0.00 < 0.05$ . sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak, berarti  $\phi_0 = 0.37678$  signifikan dalam model AR(1).

### c. Verifikasi Model

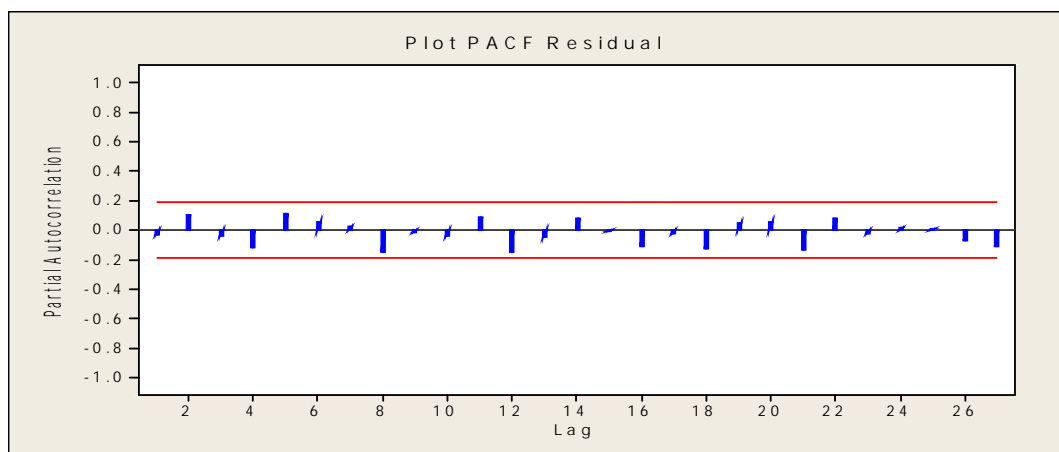
Tahap verifikasi model yang digunakan untuk menguji kelayakan model AR(1) dengan menggunakan dua uji yaitu :

#### 1. Uji Independensi *Residual*

Uji independensi *Residual* dilihat dari pasangan plot ACF dan plot PACF *residual*. Pasangan plot ACF dan PACF *residual* dapat dilihat pada gambar dibawah :



**Gambar 4.6 Grafik ACF *Residual* Karbon Monoksida AR(1)**



**Gambar 4.7 Grafik PACF *Residual* Karbon Monoksida AR(1)**

Berdasarkan Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 terlihat pada pasangan plot ACF *residual* dan plot PACF *residual* tidak ada lag-lag yang terpotong atau yang keluar dari garis batas atas nilai korelasi *residual* dan garis batas bawah nilai korelasi *residual*, sehingga disimpulkan bahwa model AR(1) layak digunakan untuk tahap selanjutnya yaitu tahap peramalan. Selanjutnya akan dilakukan uji kerandoman *residual* dengan membandingkan nilai *P-value* pada output proses *Ljung-Box* dengan level toleransi 5%, dengan hipotesis yaitu :

$H_0$  = Residual model memenuhi proses random

$H_1$  = Residual model tidak memenuhi proses random

Berikut ini hasil output proses *Ljung-Box* :

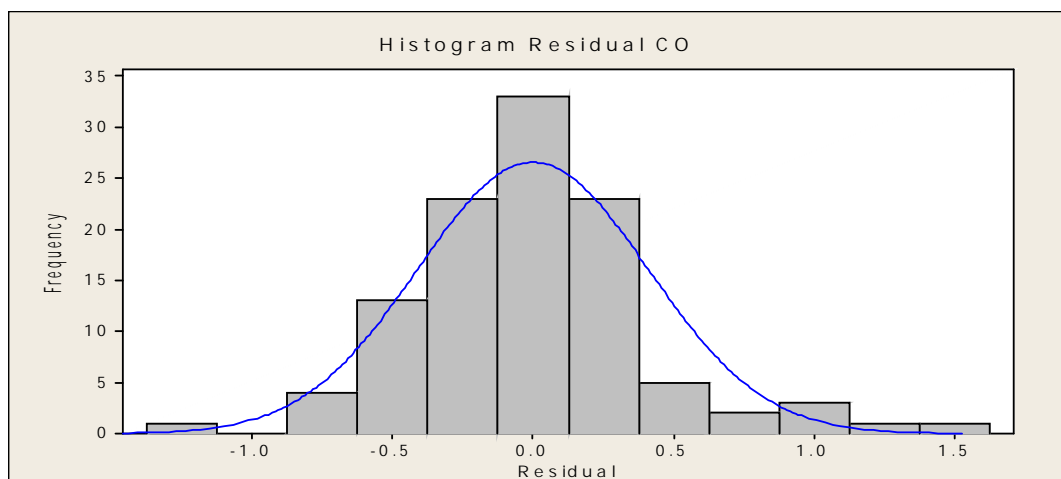
**Tabel 4.3 Output Proses *Ljung-Box-Pierce***

Lag	<i>P-value</i>
	AR(1)
12	0.462
24	0.643
36	0.827
48	0.753

Berdasarkan Tabel 4.3 output *Ljung-Box* di atas untuk model AR(1) pada lag 12 *residual* memenuhi proses random karena nilai *P-value* ( $0.462 > 0.05$ ), begitu pula dengan lag 24, 36, 48 nilai *P-value*  $> 0.05$ , dapat disimpulkan bahwa uji kerandoman *residual* dengan membandingkan nilai *P-value* dengan level toleransi 0.05 memenuhi proses random, berarti *P-value*  $>$  level toleransi maka  $H_0$  diterima. Sehingga model AR(1) layak digunakan untuk tahap selanjutnya yaitu tahap peramalan.

## 2. Uji Kenormalan *Residual*

Uji kerandoman *residual* dapat dilihat pada histogram residual di bawah ini :



**Gambar 4.8 Histogram *Residual* Model AR(1)**

Berdasarkan Gambar 4.8 histogram *residual* model AR(1) terlihat bahwa histogram sudah memenuhi atau sudah berbentuk kurva normal, hal ini berarti *residual* sudah memenuhi asumsi kenormalan.

Kemudian berdasarkan semua uji yang sudah dilakukan, maka model AR(1) telah memenuhi syarat uji independensi dan uji kenormalan *residual* sehingga model AR(1) dapat digunakan sebagai model yang layak digunakan untuk peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru dengan stasiun daerah Sukajadi PEF 2 (Pekanbaru *Fixed Station* 2).

#### **d. Peramalan**

Tahap peramalan dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap data *training*, tahap data *testing*, selanjutnya tahap peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida untuk yang akan datang.

##### **1. Data Training**

Tahap ini data yang digunakan adalah data aktual, adapun data yang digunakan untuk proses *training* dimulai dari 1 Januari 2011 sampai 10 April 2011 sebanyak 100 data. Menggunakan persamaan AR(1) pada Bab II, maka hasil peramalan dari proses data *training* yaitu :

$$\begin{aligned}
 Y_t &= \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + a_t \\
 \hat{Y}_2 &= 0.37678 + (0.6943)Y_{t-1} \\
 &= 0.37678 + (0.6943)(1.27) \\
 &= 1.258541 \\
 \hat{Y}_3 &= 0.37678 + (0.6943)(1.27) \\
 &= 1.258541 \\
 &\vdots \\
 \hat{Y}_{100} &= 0.37678 + (0.6943)(0.62) \\
 &= 0.786417
 \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk memperjelas perhitungan hasil peramalan data *training* dapat dilihat pada Lampiran C.

## 2. Data Testing

Tahap ini data yang diambil adalah data hasil proses data *training* sebanyak 8 data dari 11 April 2011 sampai 18 April 2011 dengan persamaannya AR(1) yaitu :

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 \hat{Y}_{t-1}$$

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{101} &= 0.37678 + (0.6943)(0.786417) \\ &= 0.922789\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{102} &= 0.37678 + (0.6943)(0.922789) \\ &= 1.017473\end{aligned}$$

⋮

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{108} &= 0.37678 + (0.6943)(1.017473) \\ &= 1.208427\end{aligned}$$

Selanjutnya untuk memperjelas perhitungan proses data *testing* dapat dilihat pada Tabel 4.4 dibawah ini :

**Tabel 4.4 Peramalan data *Testing* Pencemaran Udara oleh Parameter Karbon Monoksida**

No	Tanggal	Actual ( $y_t$ )	Peramalan ( $\hat{y}_t$ )
101	11 April 2011	0.71	0.9227
102	12 April 2011	0.36	1.0174
103	13 April 2011	0.54	1.0832
104	14 April 2011	0.55	1.1288
105	15 April 2011	0.37	1.1605
106	16 April 2011	0.29	1.1825
107	17 April 2011	0.33	1.1978
108	18 April 2011	0.24	1.2084

## 3. Peramalan

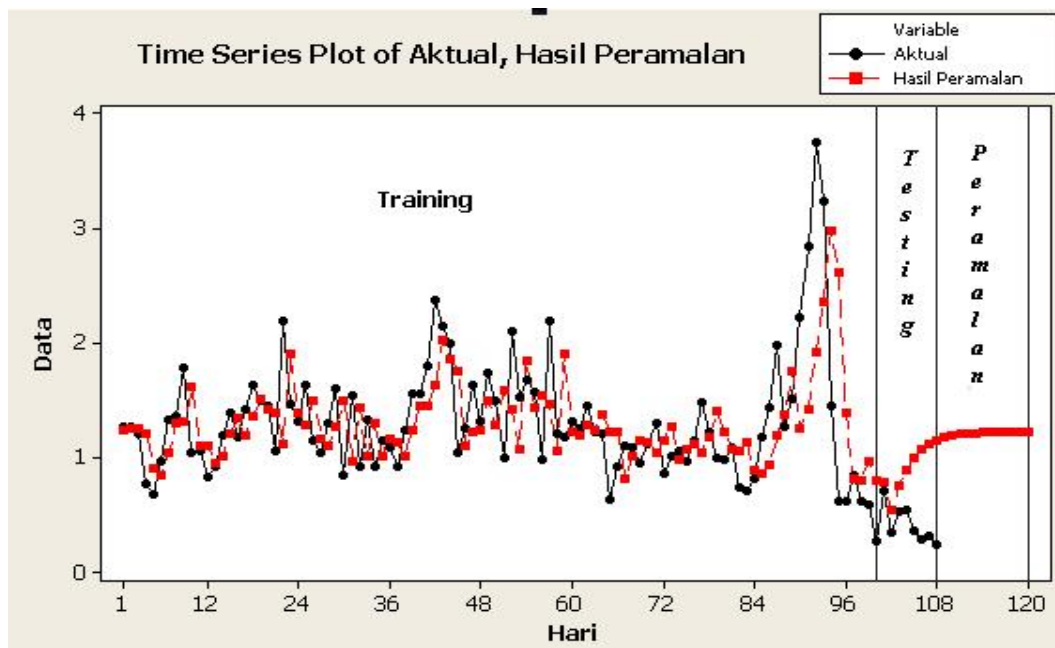
Tahap peramalan ini adalah hasil peramalan untuk hari selanjutnya yaitu dari 19 April 2011 sampai 30 April 2011 dengan model AR(1), dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini :



**Tabel 4.5 Hasil Peramalan Pencemaran Udara oleh Parameter Karbon Monoksida di Kota Pekanbaru**

No	Tanggal	Peramalan
1	19 April 2011	1.2157
2	20 April 2011	1.2209
3	21 April 2011	1.2244
4	22 April 2011	1.2269
5	23 April 2011	1.2286
6	24 April 2011	1.2298
7	25 April 2011	1.2306
8	26 April 2011	1.2312
9	27 April 2011	1.2316
10	28 April 2011	1.2318
11	29 April 2011	1.2320
12	30 April 2011	1.2322

Selanjutnya untuk data aktual, data *training*, dan data *testing* dan juga data hasil peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru dapat dilihat pada grafik dibawah ini :



**Gambar 4.9 Grafik Hasil Peramalan Karbon Monoksida di Kota Pekanbaru**

Berdasarkan hasil peramalan pada Tabel 4.5 yang ditunjukkan pada Gambar 4.9 di atas terlihat bahwa pada data *training* hasil peramalan lebih mendekati data aktual, karena pada data *training* yang digunakan adalah data aktual, sedangkan untuk data *testing* tidak menggunakan data aktual, tetapi menggunakan data hasil peramalan data *training*, sehingga data *testing* tidak mendekati data aktual. Selanjutnya berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat hasil peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru dengan stasiun pemantau daerah Sukajadi PEF 2 (Pekanbaru *Fixed Station* 2) pada tanggal 19 April 2011 sampai 30 April 2011 meningkat secara perlahan dari hari ke hari, yang berarti terjadi peningkatan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Bab penutup ini berisikan kesimpulan dari hasil yang diperoleh pada Bab IV dan berisikan saran-saran untuk pembaca.

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pembahasan pada bab sebelumnya bahwa model yang diperoleh peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida yang menggunakan metode Box-Jenkins adalah model AR(1), dengan persamaan yang diperoleh yaitu :

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + a_t$$

$$Y_t = 0.37678 + 0.6943Y_{t-1} + a_t$$

Selanjutnya berdasarkan Tabel 4.5 hasil peramalan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru dengan stasiun pemantau daerah Sukajadi PEF 2 (Pekanbaru *Fixed Station* 2) , dengan model AR(1) pada tanggal 19 April 2011 sampai 30 April 2011 meningkat secara perlahan dari hari ke hari, yang berarti terjadi peningkatan pencemaran udara oleh parameter karbon monoksida di Kota Pekanbaru.

#### **5.2 Saran**

Bagi pembaca yang berminat diharapkan dapat menggunakan model ini untuk peramalan pencemaran udara oleh parameter-parameter yang lainnya. Saran penulis untuk pembaca dalam Tugas Akhir ini, dalam menentukan model pada metode Box-Jenkins hendaknya lebih teliti dan harus dapat lebih mendalami metode Box-Jenkins supaya hasil peramalannya lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia Rozana, Lia. "Analisis Model Runtun Waktu dan Estimasi Parameter data Produksi gula pada PT. Perkebunan Nusantara IX (PERSERO) Jatibarang Kabupaten Brebes dengan Program Minitab". *Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Negeri Semarang*. 2007.
- Effendi, R. "Analisa Runtun Waktu". Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. 2010.
- Enders, W. *Applied Econometric Time Series*. Iowa State University. Jhon Wiley & Sons, Inc, New York. 1995.
- Fardiaz, Srikandi. *Polusi Air dan Udara*. Penerbit KANASIUS (Anggota IKAPI), Yogyakarta. 1992.
- Fitriyah, Atmim. "Penggunaan Analisis Runtun Waktu untuk Peramalan Penjualan pada PT Industri Sandang Nusantara Unit Pabriteks Tegal dengan Bantuan Program Minitab". *Skripsi Matematika SI, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang*. 2006.
- Iriawan, Nur. *Mengolah Data Statistik dengan Mudah Menggunakan Minitab 14*. Penerbit ANDI, Yogyakarta. 2006.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. *Status Lingkungan Hidup Indonesia*. 2007.
- Lumbantobing, Magdalena. "Peramalan Nilai Penjualan Energi Listrik di PT. PLN (Persero) Cabang Binjai Untuk Tahun 2008". *Tugas Akhir Mahasiswa Universitas Sumatera Utara*. 2008.
- Makridarkis. Spyros dkk. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Edisi ke-2, Penerbit Erlangga, Jakarta. 1999.
- Nainggolan, Horas. "Pemodelan dan Peramalan Deret Waktu Musiman". *Tesis, Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatra Utara Medan*. 2008.

Santoso, Singgih. *Business Forecasting*. Penerbit-Elex Media Komputindo, Jakarta. 2009.

Sastrawijaya, A. Tresna. *Pencemaran Lingkungan*. Penerbit RINEKA CIPTA, Jakarta. 1991.

Sembiring, R.K. *Analisis Regresi*. Penerbit ITB Bandung, Bandung. 1995.

Soedomo, Moestikahadi. *Pencemaran Udara*. Penerbit ITB Bandung, Bandung. 2001.